

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-005758

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl. G04C 10/00  
H02K 21/12

(21)Application number : 06-133367 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP  
SEIKO INSTR INC

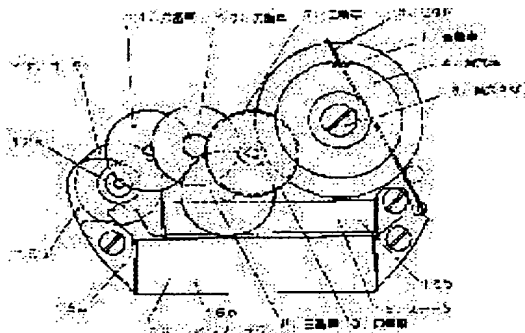
(22)Date of filing : 15.06.1994 (72)Inventor : TAKAHASHI OSAMU  
TAKAKURA AKIRA

## (54) ELECTRONICALLY CONTROLLED MECHANICAL WATCH WITH COIL SPRING TYPE DYNAMO

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an electronically controlled mechanical watch with a longer operating period by lowering a hysteresis loss of a dynamo to improve a conversion efficiency from mechanical energy to electric energy.

**CONSTITUTION:** The rotation of a coil spring housed in a barrel drum 1 is transmitted to a rotor 12 via a sixth wheel 11 from a second wheel 7 composing a wheel train. Here, a stator body 15a and a magnetic core 16a making up a magnetic circuit of a dynamo (constituted of the rotor 12, a stator 15, a coil block 16 and the like) are made of a material with a coercive force of 0.05 (Oe) or less after the magnetization of 10 (Oe).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5758

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 4 C 10/00

C

H 0 2 K 21/12

G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平6-133367

(22) 出願日

平成6年(1994)6月15日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(71) 出願人 000002325

セイコー電子工業株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 高橋 理

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 高倉 昭

東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコー電子工業株式会社内

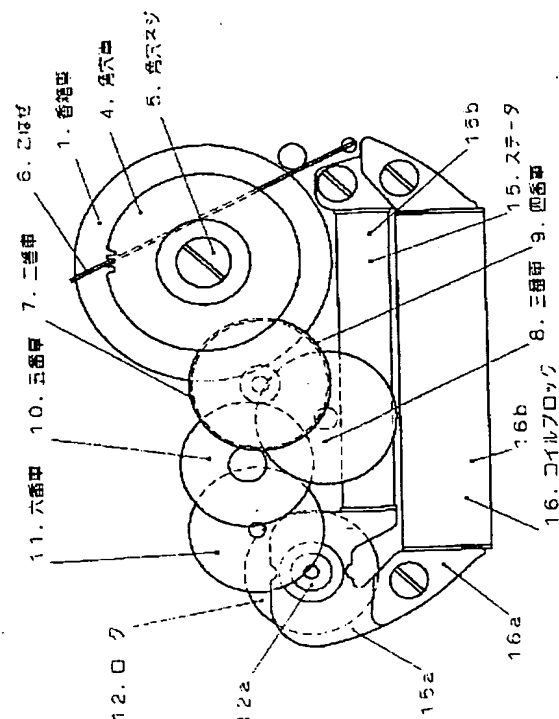
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ゼンマイ式発電機を備えた電子制御メカウオッチ

(57) 【要約】

【目的】 発電機のヒステリシス損失を低減することにより、機械エネルギーから電気エネルギーへの変換効率を向上させ、持続時間の長い電子制御メカウオッチを実現する。

【構成】 香箱車1内に納められたゼンマイ1aの回転は、輪列を構成する二番車7から六番車11を経由してロータ12に伝えられる。ここで、発電機（ロータ12、ステータ15、コイルブロック16等で構成）の磁気回路を形成するステータ体15a及び磁心16aを、10 (Oe) 着磁後の保磁力が0.05 (Oe) 以下の材料にすることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ゼンマイの機械エネルギーを輪列を介して電気エネルギーに変換する発電機を備え、指針を前記輪列と結合したウオッチにおいて、

前記発電機の磁気回路は少なくとも、永久磁石を有するロータ、前記永久磁石と対向するステータ、磁心にコイル線を巻いたコイルブロックにより形成されると共に、前記ステータと前記磁心は共に 10 (Oe) 着磁後の保磁力が 0.05 (Oe) 以下であることを特徴とするゼンマイ式発電機を備えた電子制御メカウオッチ。

【請求項 2】 請求項 1 に於いて、前記ステータと前記磁心の材料は PC パーマロイまたはスーパーマロイであることを特徴とするゼンマイ式発電機を備えた電子制御メカウオッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ゼンマイが開放する時の機械エネルギーを発電機で電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーにより制御回路を駆動し、発電機の回転周期を制御することにより、輪列に固定される指針を正確に駆動するウオッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】発電機を搭載したウオッチとして、特開昭 52-84774 号公報に記載される発電装置付電子時計が知られている。

【0003】また、ゼンマイから輪列を介して駆動される発電機の電気エネルギーにより回路を駆動し、発電機のコイルに流れる電流値を制御することにより正確に時刻を表示するウオッチ（以下電子制御メカウオッチと称す。）として、特公平 3-37152 号公報、特開昭 59-135388 号公報、特開昭 59-116078 号公報、特開昭 61-95272 号公報に記載されるものが知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、発電装置付電子時計は、発電した電力を一旦蓄える二次電池に寿命があり、交換及び廃棄処理の課題を有している。また、回転錘の位置エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、その電気エネルギーにより指針を駆動するモータを必要とするため、部品点数が増加しコストアップすると共に、回路を作動させる電気エネルギーとモータを駆動する電気エネルギーを発電しなければならず、時計を作動するために大きな機械エネルギーを入力しなければならない。

【0005】これに対し、電子制御メカウオッチは、指針の駆動はゼンマイを動力源とするためモータが不要であり、部品点数が少なく安価であるという特徴がある。その上、電子回路を作動させるのに必要な僅かな電気エネルギーを発電するだけでよく、少ない入力エネルギーで時計を作動できる。

【0006】しかし、電子制御メカウオッチは以下の課題を有している。すなわち、ゼンマイから供給される機械エネルギーは、ヒステリシス損失及び渦電流損失からなる磁気損失、電気損失、及び発電電力として消費されるが、このうちヒステリシス損失の割合が非常に大きいことである。

【0007】ここで、効率をゼンマイから供給される機械エネルギーに対する発電電力の割合として定義する。そして、一般的に効率は定速回転する発電機では充電されるコンデンサ電圧により変化し、あるコンデンサ電圧値をピークにそれより高くても低くても効率は低下することが知られている。

【0008】ウオッチの場合、電子回路を作動させるためには少なくとも 1V で 0.1  $\mu$ A の電力が必要になる。これが発電電力に相当する。また、ゼンマイから発電機までの増速比をあまり大きくせずに持続時間を長くするためには、発電機の回転数をできるだけ小さくしたい。このため、発電機の起電圧は必要とするコンデンサ電圧 1V より僅かに高い設定になり、最大効率点よりコンデンサ電圧が高く、効率が悪いと考えられる。ちなみに、ウオッチに搭載できる一般的な発電機で、1V で 0.1  $\mu$ A の発電をするときの各損失は、ヒステリシス損失が 1  $\mu$ W、渦電流損失が 0.1  $\mu$ W、電気損失が 0.2  $\mu$ W であった。従って、この発電機の効率を計算すると 7% になる。また、全体の 70% がヒステリシス損失で失われていることがわかる。

【0009】仮に、ヒステリシス損失を低減するために、磁気回路に流れる磁束量を減らせば、起電圧 1V を確保するために、発電機をより高速で回さなければならない。これに伴い、発電機の 1 回の回転でのヒステリシス損失は減少するが、回転数が増加したためトータルのヒステリシス損失量はあまり減少しない。また、同じ 1V 程度の起電圧を発生するためには同程度の渦電流損失トルクが必要になり、回転数が高くなった分だけ渦電流損失は増加する。従って、磁気損失トータルではほとんど変化しない。

【0010】そこで、本発明はこのような課題を解決するものであって、発電機の磁気回路のヒステリシス損失を削減し、機械エネルギーから電気エネルギーへの変換効率を向上させることにより、動作持続時間の長い電子制御メカウオッチを提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のゼンマイ式発電機を備えた電子制御メカウオッチは、ゼンマイの機械エネルギーを輪列を介して電気エネルギーに変換する発電機を備え、指針を前記輪列と結合したウオッチにおいて、発電機の磁気回路は少なくとも、永久磁石を有するロータ、永久磁石と対向するステータ、磁心にコイル線を巻いたコイルブロックにより形成されると共に、前記ステータと前記磁心は共に 10 (Oe) 着磁後の保磁力が

0.05 (0e) 以下であることを特徴とする。

【0012】また、ステータと磁心の材料はPCパーマロイまたはスーパーマロイであることが望ましい。

【0013】

【作用】本発明は、電子制御メカウォッチ固有の特徴を活かすようなゼンマイ式発電機を構成することにより、電子制御メカウォッチの動作持続時間の長時間化を図ったものである。

【0014】上述したように、電子制御メカウォッチの特徴は以下のようである。すなわち、

- ・指針を駆動するモータが不要である。このため、必要な電力は電子回路を動作させるためのものだけでよい（小発電電力で済む）

- ・指針が輪列に結合しているためゼンマイトルクは一定でなければならないが、長時間持続させるために、ゼンマイの有する発電エネルギーを時間をかけてゆっくり放出する必要がある（小発電電力、長時間動作）。

【0015】これに対して、発電装置付電子時計は電子制御メカウォッチよりもはるかに大電力が必要となる。このため、発電装置付電子時計の発電機は発電効率よりも発電電力量を重視しているが、電子制御メカウォッチの場合は発電電力量よりも発電効率が重要である。

【0016】そこで、本発明は、このことに基づいて発電効率の改善を図ったものである。そのため、発電機の磁気回路を構成するステータ及び磁心のヒステリシスループの面積を小さくするような磁気特性を発揮するように構成する。これにより、ヒステリシス損失の低減が可能となるものである。

【0017】

【実施例】以下本発明を図面に基づいて説明する。

【0018】図1は本発明に係る電子制御メカウォッチの要部を示す平面図であり、図2及び図3はその断面図であり、図4は発電及び制御概念を示すブロック図である。

【0019】まず電子制御メカウォッチの構成を説明する。1は香箱車であり、ゼンマイ1a、香箱歯車1b、香箱真1c及び香箱蓋1dから構成される。ゼンマイ1aは外端が香箱歯車1b、内端が香箱真1cに固定される。香箱真1cは地板2と輪列受3に支持され、角穴車4と一体で回転する様に角穴ネジ5により固定される。角穴車4は時計方向には回転するが、反時計方向には回転しない様にこはぜ6と噛み合っている。なお、角穴車4を時計方向に回転しゼンマイを巻く方法については、メカウォッチの自動巻または手巻機構と同様であり、本発明はそれを限定するものではないため、ここでは説明を省略する。

【0020】香箱歯車1bの回転は7倍に増速され二番車7、順次6.4倍増速して三番車8、9.375倍増速して四番車9、3倍増速して五番車10、10倍増速して六番車11、10倍増速してロータ12へと、合計

126,000倍の増速をする。二番車7には筒かな7a、筒かな7aには分針13、四番車9には秒針14が固定されている。従って、二番車7を1rph、四番車9を1rpmで回転させるためには、ロータ12は5rpsで回転する様に制御すればよい。このときの香箱歯車1bは、1/7rphとなる。

【0021】発電機は、ロータ12、ステータ15、コイルブロック16から構成される。ロータ12は、ロータ磁石12a、ロータかな12b、ロータ慣性円板12cから構成される。ロータ慣性円板12cは、香箱車1からの駆動トルク変動に対しロータ12の回転数変動を少なくするためのものである。ステータ15は、ステータ体15aに4万ターンのステータコイル15bを巻線したものである。コイルブロック16は、磁心16aに11万ターンのコイル16bを巻線したものである。ここで、ステータ体15aと磁心16aはPCパーマロイである。また、ステータコイル15bとコイル16bは各々の発電電圧を加えた出力電圧がでる様に直列に接続されている。

【0022】次に、図4により充電及び制御概念の1例について説明する。破線でかこった部分がIC31である。発電機20の交流の出力をダイオード21及び22によりコンデンサ23に充電する側と、可変抵抗手段24側とに分割する。コンデンサ23に1Vの電圧が蓄えられると、発振回路30は水晶振動子29を駆動し、分周回路26に時間情報を送る。演算回路25は分周回路26の信号と発電器20の回転数を検出する周期検出手段27を比較し、可変抵抗制御手段28により可変抵抗手段24を制御する。仮に発電器20の回転周期が小さければ、可変抵抗手段24の抵抗値を小さくし、電磁ブレーキ量を大きくすることにより、正規の周期に戻すことができる。ここで、IC31の消費電流は0.1μA以下にしてあるため、ロータ12が5rpsで回転するときの発電能力1Vで0.1μAより消費電力が小さく、コンデンサ23の電圧は1Vを下回ることはない。

【0023】次に本実施例におけるトルク的な作動原理を説明する。図5はゼンマイトルクTzとゼンマイの巻込角度nとの関係を示すグラフである。図中に記載のTn45gcmは発電に必要なトルクであり、その内訳は、主に輪列の軸受や歯車で失われるの摩擦伝達損失トルクと発電機での磁気損失トルクの和Ts33gcm、発電機及び充電回路での電気損失トルクTe8gcm、回路で消費される電気エネルギー0.1μWに相当する発電に必ず必要なトルクTg4gcmである。Tb150gcmはブレーキをかけるときに発生するTnに上乗せされる最大ブレーキトルクである。Tn+Tbは発電機でゼンマイを制動するときの最大トルクであり、それ以上の制動トルクを発生することはできない。ここで、各トルクは増速輪列による増速比126000によりゼンマイ周りに換算した値である。

【0024】 $T_z$ は $T_n$ より大きく、かつ $T_n+T_b$ より小さいことが、このシステムの成り立つ必要条件である。従って、 $n=0$ から $T_z$ が $T_n$ と一致する $n=6.5$ までの領域ではゼンマイを定速で解くことができ、ウォッチの動作持続時間に相当する。この時、 $T_z$ が $T_n$ より大きい分の電磁ブレーキをかければよい。従って、発電に寄与するゼンマイの総エネルギーは $45\text{ g cm} \times 6.5$ 巻で $0.18\text{ J}$ となり、 $45\text{ g cm}$ より大きい分は発電に寄与しない。 $n=6.5$ から $T_z$ が $0$ となる $n=8$ までの領域では、回路が作動するのに必要なエネルギーをゼンマイから供給することができなくなり、回路が停止し、正確な時刻を指示できない。

【0025】次に、磁気回路を構成する材料として用いられるPCパーマロイとPBパーマロイの特性について述べる。

【0026】図6は、本実施例のロータ12の回転数に対する磁気損失トルク $T_s$ の関係の測定結果をしめすグラフである。実線は磁心16aの材料が本実施例のPCパーマロイであり、破線は発電装置付電子時計等で一般的に使用されるPBパーマロイである。なお、ステータ15aとしては共にPCパーマロイを使用した。

【0027】PCパーマロイとPBパーマロイの違いは、速度依存性の無い損失トルクとして表れるヒステリシス損失トルクが、PCパーマロイは $29\text{ g cm}$ に対して、PBパーマロイは $40\text{ g cm}$ とPCパーマロイの方が約30%低いことである。これは、PCパーマロイの方がPBパーマロイより保磁力が小さいことによるヒステリシスループの面積が小さいためである。ちなみに、 $10\text{ (Oe)}$ 着磁後の保持力は、PCパーマロイは $0.01\text{ (Oe)}$ 程度、PBパーマロイは $0.1\text{ (Oe)}$ 程度であり、約10倍の違いがある。また、傾きはほぼ同じであり、PCパーマロイとPBパーマロイでは、渦電流損失に差がないことを示している。この時、ロータ12が $5\text{ rps}$ で回転する時の渦電流損失トルクは共に $4\text{ g cm}$ である。

【0028】また、飽和磁束密度はPBパーマロイがPCパーマロイの約2倍である。通常のクォーツウォッチのステッピングモータは、駆動回路からの出力パルスにより、多くの磁束を磁心に流す必要がある。発電装置付電子時計は、発電機の1回の回転で大電力を発電する必要があるため、比較的大きな磁束を磁心に流さなければならない。ここで、磁心材料の飽和磁束密度が小さいと、磁心断面積を大きくしなければならず、スペース効率が悪い。

【0029】一方、発電機としてみた場合、ヒステリシスループが小さい材料の方が損失は少ないが、起電圧をコンデンサ電圧に比べてかなり高い設定にできれば、発電効率に対するヒステリシス損失の与える影響度はそれほど大きくない。従って、クォーツウォッチのモータや発電装置付電子時計の発電機には総合的にPBパーマロイ

イが適している。

【0030】これに対し、電子制御メカウオッチでは、常時少量の電力しか発電しないため、ヒステリシス損失の発電効率に与える影響度が大きい。また、大きな電力を発電しない分、磁心に流す磁束量も小さいくてよい。ちなみに、図6に示す本実施例の発電機でロータ12を $5\text{ rps}$ で回転する時、ヒステリシス損失は $0.7\text{ }\mu\text{ W}$ 、渦電流損失は $0.1\text{ }\mu\text{ W}$ であり、別の実験から電気損失は $0.2\text{ }\mu\text{ W}$ 、発電電力は $0.1\text{ }\mu\text{ W}$ であり、入力エネルギーは $1.1\text{ }\mu\text{ W}$ 必要である。従って、発電効率は約9%になる。ここで、磁心材料をPBパーマロイにすると、図6に示すように、ヒステリシス損失は $1\text{ }\mu\text{ W}$ となり、入力エネルギーは $1.4\text{ }\mu\text{ W}$ 必要となり、発電効率は約7%となる。従って、電子制御メカウオッチにはPCパーマロイが適していることがわかる。

【0031】図7は図5及び図6の結果に基づいた磁心材料の保磁力 $H_c$ とウォッチの動作持続時間 $t$ との関係を示すグラフである。図5で記載した発電に寄与するゼンマイの総エネルギー $0.18\text{ J}$ に対し、入力エネルギーはPCパーマロイで $1.1\text{ }\mu\text{ W}$ 、PBパーマロイで $1.4\text{ }\mu\text{ W}$ となる。そして、総エネルギーを入力エネルギーで割れば、動作持続時間がPCパーマロイで45時間、PBパーマロイで36時間と計算される。また、ヒステリシス損失は、ヒステリシスループの面積により決定されるため、保磁力の2乗に比例する。従って、PCパーマロイとPBパーマロイの中間の保磁力の材料を使用すれば、図7に示す様な曲線になると計算される。

【0032】ここで、ウォッチの動作持続時間について簡単に説明する。一般的な人は夜6時にウォッチをはずし朝8時に手に付けると考えると、14時間の持続時間があれば時計は止まることなく動き続ける。しかし、1日付けない日があるとすれば、38時間の持続時間が最低限必要になる。これによって、昔からある一般的なメカウオッチの持続時間は42時間程度に設定されている。従って、電子制御メカウオッチも42時間の持続時間を確保するためには、図7に示すように、保磁力が $0.05\text{ (Oe)}$ 以下である必要がある。

【0033】ここまで、磁気回路を形成する部材の材料として、PCパーマロイで説明してきたが、スーパーマロイでも同様の効果があるのは言うまでもなく、保磁力が $0.05\text{ (Oe)}$ 以下の材料であれば、パーマロイ材料である必然性はない。また、磁気回路を形成する部品として、ロータ、ステータ及びコイルブロックで記載したが、コイルブロックを2個使用したり、二体のステータを用いたり、本発明で規定する保磁力以上の他の部品を磁気回路に含んでも、同様の効果がある。

【0034】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば以下のような効果を有する。

【0035】すなわち、電子制御メカウオッチの発電機

の磁気回路を形成するステータ及び磁心の保磁力を 0.05 (Oe) 以下とすることにより、ヒステリシスループの面積が小さく、ヒステリシス損失の低減が可能になり、持続時間の長い電子制御メカウオッチが実現できる。

【0036】特に、ウオッチの実用性を十分考慮した動作持続時間を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例を示す、電子制御メカウオッチの要部を示す平面図。

【図2】 図1の断面図。

【図3】 図1の断面図。

【図4】 図1に使用する充電及び制御概念の1例を示すブロック図。

【図5】 電子制御メカウオッチのゼンマイトルクと巻き込み角度を示すグラフ。

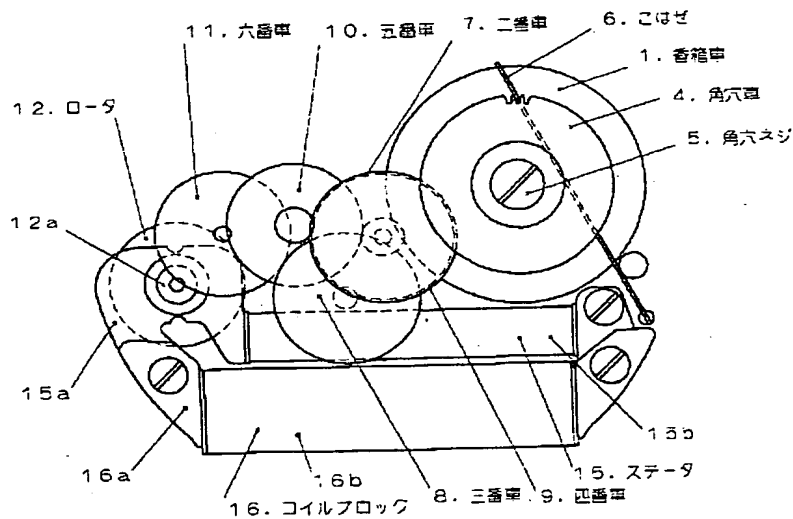
【図6】 図1の、ロータの回転数に対する磁気損失トルク  $T_s$  の関係の測定結果を示すグラフ。

【図7】 保磁力  $H_c$  とウオッチの動作持続時間  $t$  の関係を示すグラフ。

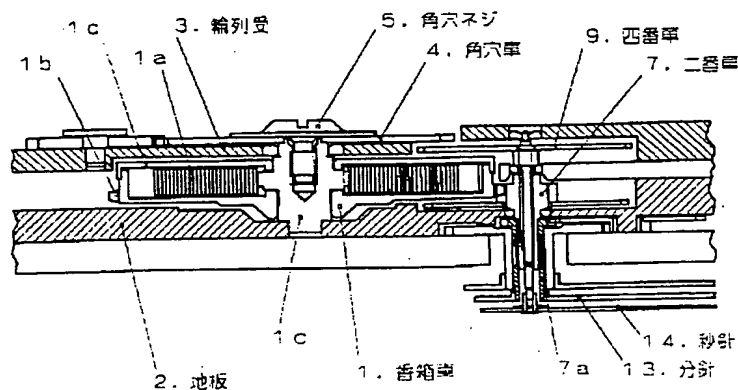
【符号の説明】

- 1. 香箱車
- 1 a. ゼンマイ
- 2. 地板
- 3. 輪列受
- 12. ロータ
- 12 a. ロータ磁石
- 13. 分針
- 14. 秒針
- 15. ステータ
- 15 a. ステータ体
- 15 b. ステータコイル
- 16. コイルブロック
- 16 a. 磁心
- 16 b. コイル
- 20. 発電機

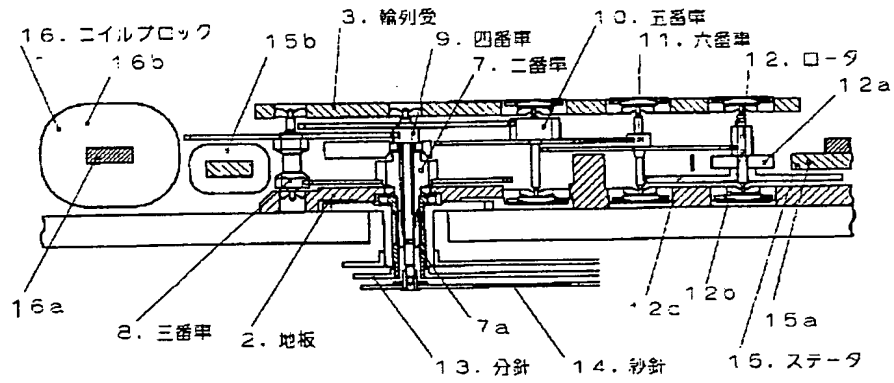
【図1】



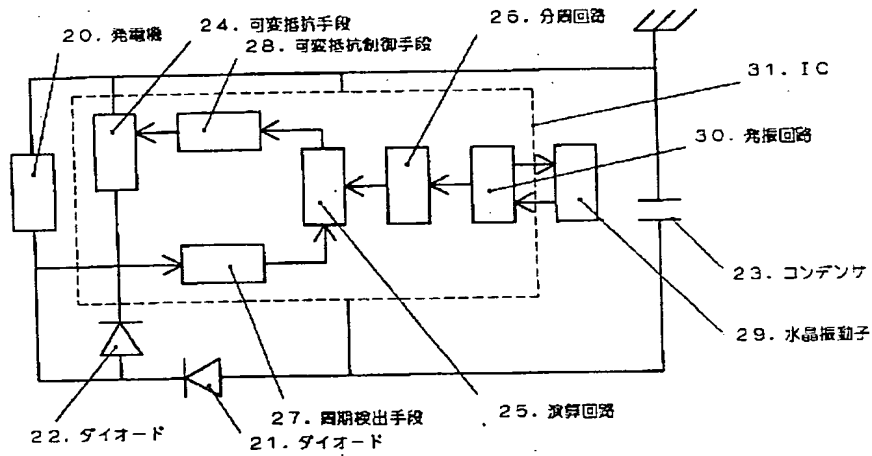
【図2】



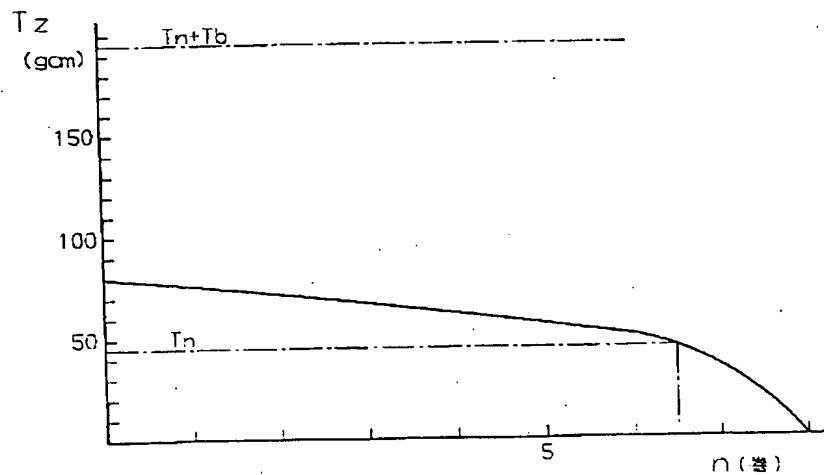
【図3】



【図4】



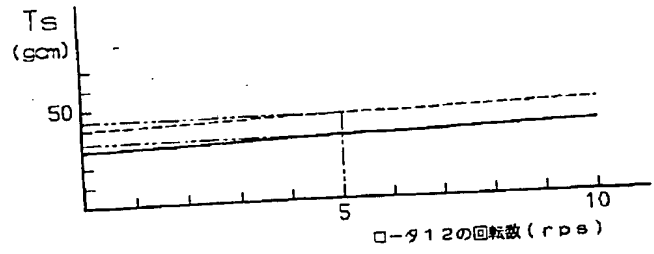
【図5】



(7)

特開平 8-5758

【図6】



【図7】

